

**日本学術振興会研究拠点形成事業（A. 先端拠点形成型）
中間評価（27年度採用課題）書面評価結果**

領域・分科（細目）	生物学(総合生物)・腫瘍学(腫瘍生物学)		
研究交流課題名	数理腫瘍学 国際研究ネットワークの構築		
日本側拠点機関名	大阪大学		
コーディネーター (所属部局・職名・氏名)	大学院基礎工学研究科・教授・鈴木 貴		
相手国側	国名	拠点機関名	コーディネーター (所属部局・職名・氏名)
	米国	ヴァンダービルト 大学	Center for Cancer Systems Biology・ Professor・Vito QUARANTA
	フランス	INRIA ボルドー南 西研究センター	INRIA MC2 Team・Research Scientist・Clair POIGNARD
	英国	セントアンドリュ ース大学	Division of Mathematics・ Professor・Mark CHAPLAIN

評 価
<p>A 想定以上の成果をあげつつあり、当初の目標の達成が大いに期待できる。</p> <p>B 想定どおりの成果をあげつつあり、現行の努力を継続することによって目標の達成が概ね期待できる。</p> <p>C ある程度の成果をあげつつあるが、目標達成のためには一層の努力が必要である。</p> <p>D 成果が十分にあるとは言えず、目標の達成が期待できないため、経費の減額または中止が適当であると判断される。</p>
コメント
<p>本課題は、数理モデリング、統計解析、実験の研究者で実施体制を構築し、腫瘍への数理的アプローチによる研究拠点を形成しようとしている野心的な課題であり、国内外の共同研究を通じて、癌細胞の悪性化・薬剤耐性獲得プロセスの解析や数理腫瘍学の基礎の確立、それらの応用開発研究等、癌研究の新展開が強く期待される。</p> <p>国際研究交流拠点の構築については、それぞれの強みを生かす形で、日本、アメリカ、フランス、イギリスの4か国による研究交流が行われており、評価できる。国内の連携も整備されてきており、特に、日本側拠点機関である大阪大学内に発足された数理・データ科学教育研究センターは、数理腫瘍学という分野を構築していく上で、重要な組織になると思われる。</p> <p>学術的側面では、共同研究の過程において、画像処理や病態予測などの技術が臨床応用を目指した研究へと発展しているとともに、心筋梗塞の診断技術や骨粗しょう症のメカニズムの理解など癌以外の疾患に対しても波及効果が出ている。しかしながら、まだ数理的解析の研究と、医学・生物学実験の研究の壁があるように思われる。今後は、数学と医学という今まで交流が薄かった2つの分野の交流を目に見える形で促進し、数理腫瘍学という分野をより一層大きく育てて行って頂きたい。</p> <p>若手研究者育成については、大学院博士後期課程学生などの若手研究者をメンバーに加えながら、研究交流が積極的に進められており、評価できる。数理的解析のわかる医学・生物学系研究者、医学・生物学実験のことがわかる数学者を今後育てて行って頂きたい。</p>

1. これまでの交流を通じて得られた成果

観 点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究交流活動を通じて「学術的側面」「若手研究者の育成」「国際研究交流拠点の構築」の観点から成果があがっているか。 ・ 研究交流活動の成果として優れた研究業績が発表されているか。 ・ 研究交流活動の成果から発生した波及効果はあるか。
--------	---

評 価	
<input type="checkbox"/> 想定以上の成果があがっている。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果があがっている。 <input type="checkbox"/> ある程度成果があがっている。 <input type="checkbox"/> 成果があがっているとは言えない。	
コメン ト	
<p>・ 研究交流活動を通じて「学術的側面」「若手研究者の育成」「国際研究交流拠点の構築」の観点から成果があがっているか。</p> <p>学術的側面については、骨代謝、薬剤耐性、血管新生、細胞接着などの癌と関わりのある生命現象を数理モデルで記述する基盤を構築しつつある。また、これらの成果を「数理医学入門」、実験医学増刊号「はじめての数理モデルとシミュレーション」等で出版していることは評価できる。しかしながら、数理的アプローチが腫瘍研究にどのようなインパクトを与えているのか、必ずしも明確になっているとは言えない。また、個々の研究の問題解決のみならず、腫瘍の機構や制御の全体をつらぬく体系化が必要ではないか。</p> <p>若手研究者の育成については、相手国であるアメリカ、フランス、イギリスと学生や若手研究者の派遣・受け入れを行っており、大きな成果があがっている。共同研究の成果がいくつかの学位論文と学位取得へとつながっていることは評価できる。</p> <p>国際研究交流拠点の構築については、日本側拠点機関である大阪大学内に、数理・データ科学教育研究センターを発足させており、これは数理腫瘍学という分野を構築していく上で重要な組織になると思われる。また、2年間の共同研究やセミナー開催など、拠点形成に向けた多くの取り組みがなされている。ただ、個別的なものが多く、より体系化した取り組みが望まれる。</p> <p>・ 研究交流活動の成果として優れた研究業績が発表されているか。</p> <p>2年間の成果としては多くの論文や学会発表が行われており、フランス、アメリカの参加研究者と学術雑誌等の論文を既に4本（フランスとの共著）、3本（アメリカとの共著）、それぞれ発表している。また、自由境界条件を用いた細胞変形の数理モデルや血管新生の自己組織化の数理モデルなどの興味深い研究業績が出ている。一方、モデリング、シミュレーションなど、本課題の数理的手法によって腫瘍研究における問題点がどのように解決されたのかが必要とされているとは言えない。</p>	

・ 研究交流活動の成果から発生した波及効果はあるか。

本課題は、「数理腫瘍学」を目的としたものであるが、心筋梗塞の診断技術や骨粗しょう症のメカニズム理解などの成果も得られている。また、自由境界問題など、数理腫瘍学に端を発した応用数学への波及効果が出始めている。後半の期間を通じて、さらに多くの波及効果を期待する。

2. 事業の実施状況

観点	<ul style="list-style-type: none">・ 研究交流目標達成に向けて、「共同研究」「セミナー」「研究者交流」を適切に計画し、実施しているか。・ 国内外の拠点機関及び協力機関間の実施体制・協力体制等は適切であるか。・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されているか。・ 相手国において交流を行うに十分なマッチングファンドが確保されているか。
----	---

評価
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> 想定以上に効果的に実施されている。<input checked="" type="checkbox"/> 概ね効果的に実施されている。<input type="checkbox"/> ある程度効果的に実施されている。<input type="checkbox"/> 効果的に実施されているとは言えない。
コメント
<p>・ 研究交流目標達成に向けて、「共同研究」「セミナー」「研究者交流」を適切に計画し、実施しているか。</p> <p>共同研究については、相手国側の長所をうまく取り入れる形（アメリカ側には、数学的手法を確立し提供しているとともに、アメリカ側からもソフトウェアの提供を受け 3 種類分子系の厳密表示を導出するのに利用されている。フランス側とは、細胞膜を自由境界で表す数理モデルとその周辺技術が共同で開発されている。イギリス側とは、血管新生に関する研究が進められている。）で複数の共同研究が立ち上がっており、成果も出ている。またセミナーや研究交流も盛んに行われており、適切である。ただし、日本側から相手国側への派遣に比べ、相手国側から日本側への派遣が少なくなっており、拠点形成の観点からは日本側への派遣の増加が望まれる。</p> <p>・ 国内外の拠点機関及び協力機関間の実施体制・協力体制等は適切であるか。</p> <p>国内では、大阪大学内の 3 つの組織と連携しており、学外では、東京大学医科学研究所、神奈川県がんセンター等 5 つの組織を協力機関としている。数理モデル、統計データ解析、実験系研究者を含めた体制になっている点は、数学と医学の境界領域である本研究を進める上で適切であると考えられる。しかし、数理系と実験系の連携による業績はまだないようである。また、統計データ解析が本課題の目標にも記載されているものの、業績においても研究交流においてもその存在感が薄いように感じられる。</p> <p>・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されているか。</p> <p>旅費に主に利用されており、研究交流のために適切に執行されていると思われる。</p>

・相手国において交流を行うに十分なマッチングファンドが確保されているか。

十分に確保されている。これを日本への派遣の増加に結びつけることが望まれる。

3. 今後の研究交流活動計画

観 点	<ul style="list-style-type: none">・目標達成に向けた計画が具体的であり、かつ実現性の高い内容となっているか。・今後の課題がある場合には、それを検討し、適切に対応しているか。・経費支給期間終了後も、当該分野における国際研究交流拠点として継続的な活動を行うネットワーク構築が期待できるか。
-----	---

評 価
<input type="checkbox"/> 想定以上の成果が期待できる。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果が期待できる。 <input type="checkbox"/> ある程度成果が期待できる。 <input type="checkbox"/> 成果が期待できない。
コメント
<ul style="list-style-type: none">・目標達成に向けた計画が具体的であり、かつ実現性の高い内容となっているか。 <p>本課題は、数理科学理論と細胞生物学実験を相補的に深化させ、数理腫瘍学の基礎を確立すること、さらに、その基盤にたつて臨床治療や創薬研究を実施することを目的としている。今までの成果として、骨代謝、薬剤耐性、血管新生、細胞接着などの数理モデリングが行われてきていることから、今後も概ね成果が期待できる。一方で、参加研究者として発生や細胞生物学の研究者は参加しているものの、創薬や臨床関連の研究者の参加が少ないため、具体的な応用開発研究の実施については懸念が残る。</p> <ul style="list-style-type: none">・今後の課題がある場合には、それを検討し、適切に対応しているか。 <p>今後の課題として、データを用いた生命科学研究と数理科学の融合が挙げられている。これに対して、大阪大学内組織である数理・データ科学教育研究センターとデータビリティフロンティア機構の協働によりデータ駆動型数理モデリング研究を推し進めること、また、神奈川県立がんセンターに所蔵されている逆相蛋白質アレイ (RPPA) 臨床データを利用することが提案されている。ただ、RPPA 臨床データの利用については、どのように数理モデリングとデータ解析を融合させるのか、データ利用によって腫瘍研究にどのようなブレークスルーをもたらすことができるのかについて、拠点側から提出された中間評価資料に具体的な説明が記述されていないため、今後具体的な検討が望まれる。</p> <ul style="list-style-type: none">・経費支給期間終了後も、当該分野における国際研究交流拠点として継続的な活動を行うネットワーク構築が期待できるか。 <p>腫瘍への数理的アプローチは現時点ではホットなトピックであり、応用数学をコアとした数理腫瘍学のネットワークの継続的な活動が期待できる。特に、大阪大学内に数理・データ科学教育研究センターという組織が発足したことは評価できる。ただ、継続的な研究拠点形成のためには、医療や創薬の関係者をもっと巻き込み、医療や創薬関係者の抱える</p>

具体的問題を解決して、数理的アプローチの有効性を示していくことが必要であると考え
る。また、日仏の拠点コーディネーターが退官を迎えていることから、残りの実施期間に
おいて次世代のリーダーの育成を目標のひとつに据えることが望ましい。